

UNIVERSITE DE CLERMONT

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1967

N° 29

THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

par

Jean - Paul S A B Y

né le 14 juin 1940 à AMBERT (Puy de Dôme)

Présentée et soutenue publiquement le Juin 1967

ASPECTS EVOLUTIFS DE L'OSSIFICATION DE LA BASE DU CRANE CHEZ LE FOETUS HUMAIN

Président : M. POROT, Professeur

M. TURCHINI, Professeur

M. DELAGE, Professeur

Membres du Jury : M. MERCIER, Professeur Agrégé

M. LACOSTE, Chef de Travaux et
Chargé de cours.

UNIVERSITE DE CLERMONT

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 1967

N°

T H È S E

pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

par

Jean - Paul S A B Y

né le 14 juin 1940 à AMBERT (Puy de Dôme)

Présentée et soutenue publiquement le Juin 1967

ASPECTS EVOLUTIFS DE L'OSSIFICATION DE
LA BASE DU CRANE CHEZ LE FOETUS HUMAIN

Président : M. POROT, Professeur

M. TURCHINI, Professeur

Membres du Jury : M. DELAGE, Professeur
M. MERCIER, Professeur Agrégé
M. LACOSTE, Chef de Travaux et
Chargé de cours.



Doyen : G. MEYNIEL - Directeur Honoraire : M. MERLE

(Mme BLANQUET,
(MM. BUREAU,
FOURNIER,
(GAUTHIER,
(POMMÉ.

Assesseur : M. COULET - Professeurs Honoraires (

I - Professeurs Titulaires

MM. BARRIER	- Clinique Chirurgicale A
BASTIDE	- Chimie Biologique et Pharmacodynamie
BAUDON	- Clinique Obstétricale
BERGERON	- Pathologie Médicale
COULET	- Botanique et Microbiologie
CUVELIER	- Hydrologie et Climatologie
DASTUGUE	- Biochimie Médicale
DAUPHIN	- Chimie Pharmaceutique et Toxicologie
DELAGE	- Anatomie Pathologique
FEBVRE	- Pharmacie Galénique
GRAS	- Thérapeutique
JACQUEMET	- Technique Chirurgicale
JALLUT	- Séméiologie Médicale
LATAIX	- Pathologie Chirurgicale
MEYNIEL	- Biophysique Médicale
MOLINA	- Clinique Pneumo-phtisiologique
PETIT	- Médecine Légale et Médecine Sociale
POROT	- Clinique Neurologique et Psychiatrique
POURAT	- Matière Médicale
ROUHER	- Clinique Ophtalmologique
TERRASSE	- Clinique Médicale B
THIEBLot	- Physiologie
THOMAS	- Oto-Rhino-Laryngologie
TRONCHE	- Pharmacie Chimique
TURCHINI	- Histologie et Embryologie
VAURS	- Bactériologie et Hygiène
WILLEMIN-CLOG	- Clinique Médicale Infantile

II - Professeur titulaire à titre personnel

M. VIALLET	- Electro-Radiologie
------------	----------------------

III - Professeurs sans Chaire

MM. ALFIERI	- Biophysique Médicale
BERGER	- Chimie Analytique
CLUZEL	- Bactériologie
DUCHENE-MARULLAZ	- Physiologie
GERMAIN	- Clinique Chirurgicale B.

IV - Maîtres de Conférences Agrégés

M. BOSSY	- Anatomie
Mle CHATONIER	- Chimie Minérale et Minéralogie
Mme GAILLARD	- Physique Pharmaceutique
M. MENUT	- Pédiatrie et Puériculture
Mme MOINADE	- Médecine Générale et Thérapeutique
M. PIGNIDE	- Médecine Générale
Mme POURRAT	- Botanique
M. VENRIES DE LAGUILLAUMIE	- Anatomie Pathologique

V - Agrégés

MM. CHAMPEIX	- Médecine Légale et Médecine du Travail
FOURRIER	- Orthopédie
HOUDARD	- Chirurgie Générale
JANNY	- Neuro-Chirurgie
MERCIER	- Chirurgie Générale
Mle RAMPON	- Médecine Générale
MM. RENARD	- Pneumo-Phtisiologie
TOURNILHAC	- Neurologie et Psychiatrie

Attaché Principal : M. BERTHON

Conservateur de la Bibliothèque : M. ARCHIMBAUD

La Faculté décide que les opinions émises dans les travaux et mémoires présentés à l'occasion d'une soutenance de thèse de Doctorat en Médecine ou en Pharmacie doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner, ni approbation ni improbation (délibération en date du 6 juin 1956).

A ma femme,

avec toute mon affection,

A mon grand-père,

A mes parents,

en gage de reconnaissance et d'affection,

A mes frères,

A mes beaux-parents,

A tous ceux qui me sont chers.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE,

Monsieur le Professeur POROT

Professeur de Clinique Neurologique et Psychiatrique,
Médecin des Hôpitaux,
Chevalier des Palmes Académiques.

Il nous a fait l'honneur de présider cette thèse malgré ses lourdes tâches. Sa bienveillance à notre égard a contribué à nous faire apprécier son enseignement précis et nous tenons à l'assurer de notre profond attachement.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548619_0072

A NOTRE JURY DE THESE.

Monsieur le Professeur TURCHINI
Professeur d'Histologie et Embryologie,
Docteur ès-Sciences.

Il nous a fait l'honneur de juger cette thèse.
Nous l'en remercions et l'assurons de nos
sentiments respectueux.

Monsieur le Professeur DELAGE
Professeur d'Anatomie pathologique,
Biologiste des Hôpitaux.

Il a accepté avec son habituelle bienveillance
de faire partie de ce jury.
Qu'il trouve ici l'assurance de notre gratitude.

Monsieur le Professeur Agrégé MERCIER
Agrégé de Chirurgie Générale.

Il nous a accueilli dans son laboratoire et nous
a permis de réaliser ce travail. Sa grande com-
préhension a facilité notre tâche.
Que sa bienveillance à notre égard veuille trouver
ici le témoignage de notre dévouement.

Monsieur le Docteur LACOSTE
Chef des Travaux,
Chargé de cours d'Anatomie.

Son concours a facilité notre travail. Nous
sommes heureux de l'avoir dans notre jury.
Qu'il trouve ici le garant de notre reconnais-
sance et de notre respectueux attachement.

Monsieur le Professeur Agrégé BOSSY

Il nous a confié le sujet de cette thèse et nous a aidé dans ce travail.

Nous sommes fier de la bienveillante amitié qu'il nous témoigne.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde admiration.

Monsieur le Docteur GAILLARD de COLLOGNY

Nous avons bénéficié de ses travaux ; il nous a conseillé.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

A T O U S N O S M A I T R E S

DES HOPITAUX ET DE LA FACULTE.

A Madame le Docteur VOGT

A Messieurs les Docteurs AUBIN

BLANDIN

DOUSSINET

LAUXEROIS

MICHEL

Médecins Chefs des Hôpitaux Psychiatriques,

Qu'ils nous permettent de les remercier pour
l'enseignement dont ils nous font bénéficier.

A Madame la Directrice

de l'Hôpital Psychiatrique
Sainte Marie de l'Assomption.

En témoignage de notre respectueuse
reconnaissance.

A TOUS NOS AMIS D'INTERNAT,

A TOUS NOS CAMARADES DE FACULTE.

A Madame COURTINE

A Monsieur RAGONNAUD

en les remerciant pour leur précieuse
collaboration.

INTRODUCTION

Nous avons entrepris, au laboratoire d'Anatomie de Clermont-Ferrand, l'étude de la base du crâne au cours d'une partie de la vie foetale, plus particulièrement, en essayant de visualiser les aspects évolutifs des éléments osseux qui participent à sa constitution.

Ce travail nous a été proposé par le Professeur Agrégé BOSSY. La participation de ce dernier et celle des Docteurs LA-COSTE et GAILLARD de COLLOGNY nous ont été précieuses. Cette étude paraissait d'autant plus intéressante qu'une coloration, celle de NOBACK, nous permettait de mettre en évidence l'ossification des préparations. Nous avons, au cours de ce travail, essayé d'expliquer les phénomènes et déplacements qui s'opéraient pendant une partie de la vie foetale.

Une première étude du malaire nous a fait entrevoir que cet os subissait, dans son mouvement, l'influence de la croissance des éléments postérieurs de la base du crâne.

Ces faits nous ont amené à porter notre attention sur le nerf maxillaire (nerf maxillaire supérieur) qui appartient à la fois au massif facial et à la base du crâne. Cette étude nous a apporté la preuve de ces poussées et leur cause.

La cochlée fut étudiée simultanément, elle présentait dans sa position une certaine stabilité et venait traduire l'harmonie de cette croissance.

Le sphénoïde, capital par sa situation, sa constitution et ses rapports, nous aidait alors à comprendre un certain nombre de points et à tirer les conclusions de cette étude.

Ce travail a été effectué sur un ensemble de 20 foetus allant de la taille VC 52 mm à celle de 345 mm.

De toute façon, nous n'avons, pour certaines observations, utilisé qu'une partie de cette série.

Ces foetus représentaient environ les sept derniers mois in utero, car chez les sujets plus jeunes, les préparations n'apportent que peu de renseignements étant donné l'absence d'ossification; seul, le massif facial débute son ossification et la base est encore au stade de chondrocrâne.

Le but essentiel de ce travail sera d'étudier dans un plan horizontal le développement d'une partie du crâne, cela afin d'expliquer son organogénèse, quelques uns de ses aspects morphologiques chez l'adulte et de soulever des hypothèses sur un processus d'induction possible.

$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$

C H A P I T R E I

H I S T O R I Q U E -----

Les travaux qui nous ont guidé sont nombreux et appartiennent à différentes disciplines : Histologie, Embryologie, Anatomie comparée, Anatomie descriptive.

Il est certain que LEMNIUS Z. en 1581, dans son ouvrage " de miraculis occultis naturae " s'intéressait déjà aux problèmes de coloration élective de l'os. Les études proprement dites anatomiques relatives à l'embryologie de la base du crâne ont commencé avec SPOENDLI en 1846 - VON BAER en 1860 - DURSUS en 1869 - HANNOVER en 1880 - FRORIEP en 1882 - KOELLIKER en 1884. Tous ces auteurs ont, soit au cours de publications, soit dans leurs traités, analysé partiellement certains modes d'évolution.

Puis se succédèrent les diverses reconstructions du chondrocrâne faites par :

- JACOBY 1895,
- LEVI 1900,
- BARDEEN 1908,
- FAWCETT 1910 sur embryon humain VC 30 mm,
- HERTWIG 1913,
- MACKLIN 1914 sur embryon humain VC 40 et 80 mm,
- KERNAN 1916 sur embryon humain VC 20 mm.

Toutes ces reconstructions malgré leur valeur didactique restent analytiques.

C H A P I T R E I I

MATERIEL ET TECHNIQUES

LEMNIUS en 1581 avait reconnu à la garance la propriété de colorer l'os en rouge ; BELCHIER en 1736 reprenait ce travail. En fait c'est BEALE qui en 1858 préparait le premier embryon humain transparent en utilisant la soude et la glycérine. SCHULTZE en 1897 substitue la potasse à la soude. MALL en 1906 introduit cette technique en Amérique. LUNDVALL (1905) DAWSON (1926) HOLLISTER (1934) et d'autres auteurs perfectionnent cette méthode en faisant intervenir l'alizarine (extraite de la garance).

Différentes théories tendent à expliquer cette fixation de l'alizarine par l'os. MACKLIN en 1917, CAMERON (1930), parlent d'affinité chimique du produit pour les dépôts de calcium. ERCOLE et LEWIS en 1943 parlent de processus d'absorption entre le phosphate de calcium et les anions de l'alizarine ; d'autres auteurs évoquent la possibilité de formation d'un alizarate de calcium.

La méthode principale que nous avons utilisée dans cette étude est celle décrite par NOBACK en 1944. Elle est une synthèse des données antérieures.

Nous avons pu obtenir au cours des quatre dernières années une série de foetus d'âges différents, de deux mois et demi à la naissance. Il est préférable de choisir des foetus exempts de toute macération qui gênerait la technique (fragilité des pièces, absence de transparence). Le prélèvement du crâne doit être fait avant toute introduction de produits de conservation qui pourraient modifier la coloration.

Technique de coloration.

Après mensuration précise des foetus, la tête est enlevée et on pratique à travers le massif facial une section par le plan d'orientation alvéolo condylien de BROCA. L'encéphale et ses enveloppes sont extirpés après une coupe horizontale de la calotte crânienne. Pour les foetus plus volumineux, il est nécessaire de disséquer partiellement la peau et de supprimer la graisse ; ceci facilite la pénétration ultérieure du colorant et assure une transparence suffisante. On fixe alors ces pièces dans l'alcool à 95° pendant deux semaines à un mois suivant leur volume. Elles sont ensuite blanchies dans un mélange à 9 volumes d'alcool à 95° pour un volume d'eau oxygénée en solution à 3 % puis l'ensemble est remis dans l'alcool.

Les crânes sont alors plongés dans un cristalliseur avec une solution qui les éclaire et les colore simultanément.

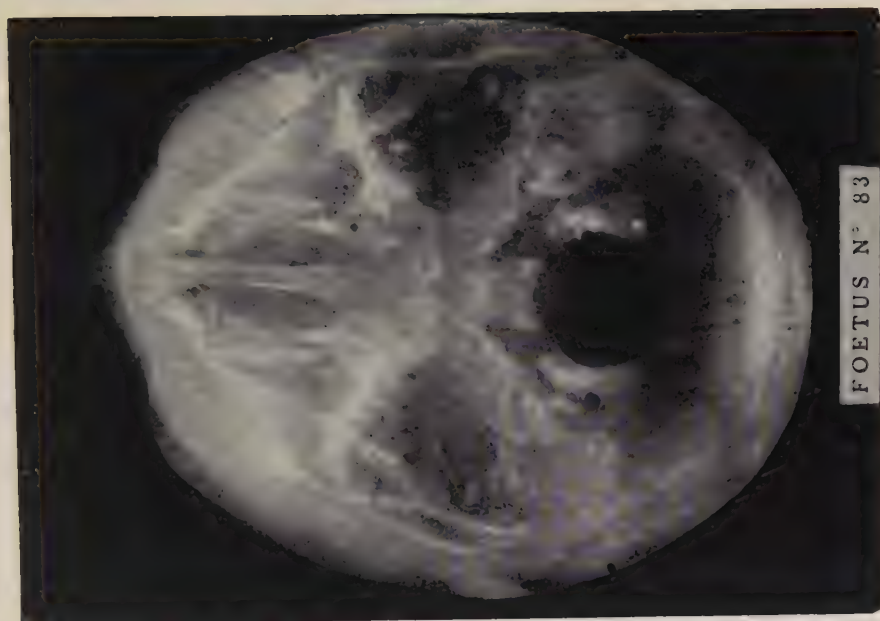
Cette solution se compose d'alizarine (Alizarine sulfonate de soude - KUHLMAN) en milieu aqueux (de préférence eau distillée signalée par HOLLISTER en 1934) ; la concentration d'alizarine doit être de 0,0001 à 0,00005 %. On obtient une solution de couleur mauve dans laquelle on verse alors K OH.

Pour les foetus de taille VC inférieure à 150 mm, la potasse sera en dilution de 2 à 4 % ; pour les foetus de taille VC supérieure à 150 mm, en dilution de 4 à 10 %. Cette solution sera renouvelée périodiquement pour maintenir une bonne concentration du produit et cela jusqu'à l'obtention d'une transparence et d'une coloration satisfaisantes. La durée totale de cette coloration s'échelonne de quatre jours à un mois suivant l'importance de la pièce. Lorsque les os sont colorés, mais si la transparence n'est pas suffisante, l'immersion doit être poursuivie dans une solution de K OH avec de la glycérine à 10 % dans de l'eau distillée.

Les accidents rencontrés ont été essentiellement des macérations dues à la potasse quand la durée d'immersion était trop longue. Les pièces définitivement colorées et transparentes sont immergées dans des solutions de glycérine à concentration croissante.

Enfin nous les avons incluses dans des boîtes transparentes contenant de la glycérine additionnée de cristaux de thymol pour lui conserver sa clarté.

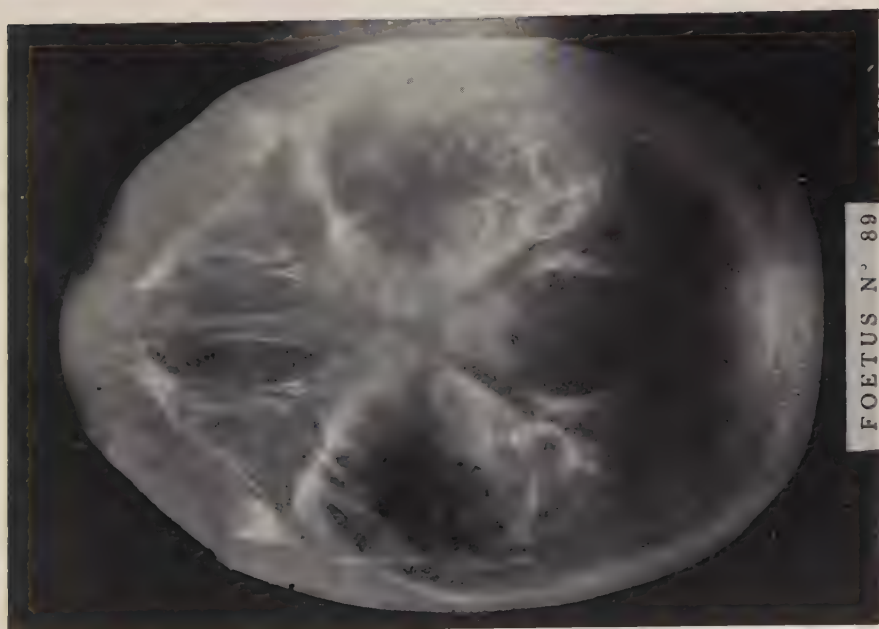
Pour les foetus de taille importante, au-delà de six mois, cette méthode ne peut être utilisée ; les mensurations que nous donnons ont été établies sur des clichés radiographiques faits sur des crânes préalablement disséqués. Parallèlement nous avons pratiqué des clichés sur des pièces avant coloration.



FOETUS N° 83

RADIOGRAPHIES

Photo Ragomnaud



FOETUS N° 89

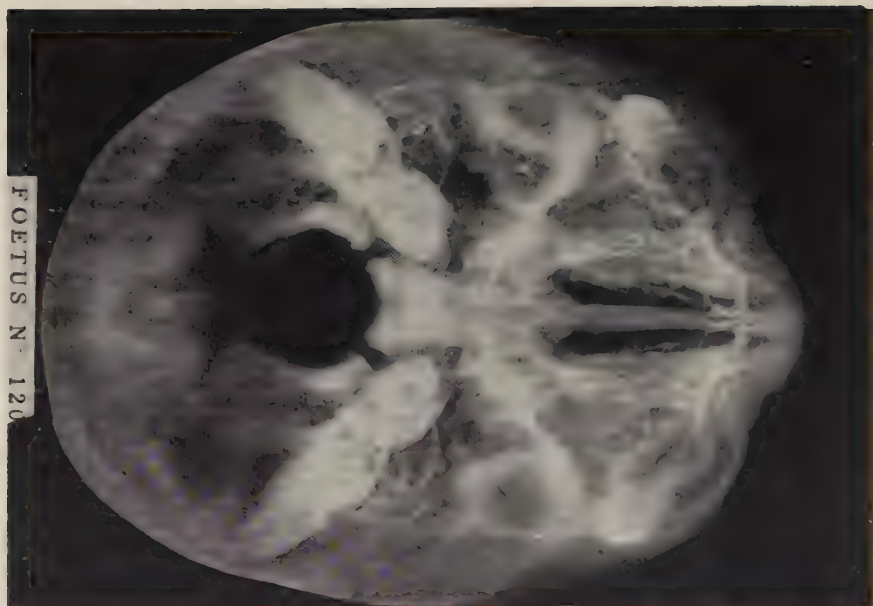


Photo Ragonnaud

RADIOGRAPHIES



C H A P I T R E I I I

ETUDE ANALYTIQUE

- Foetus N° 1 : VC 52 mm, AERB (diamètre ante-ethmoïdal re-
tro-basilaire) 8,5 mm.
- Le massif facial est très développé par rapport à la base proprement dite. On voit l'ossification du frontal, des maxillaires, du malaire, à l'éta-
ge de la base débute seulement l'ossification des alipostsphénoïdes et du basi-occipital.
- Foetus N° 2 : VC 56,5 mm, AERB 10 mm.
- Aucun élément nouveau n'est apparu ; seulement densification de l'ossification.
- Foetus N° 3 : VC 61 mm, AERB 11 mm.
- Foetus N° 4 : VC 73,5 mm, AERB 14 mm.
- Les aliprésphénoïdes apparaissent à l'extérieur de ce qui sera le canal optique.
- Foetus N° 5 : VC 70 mm, AERB 14,5 mm
- Pas d'élément notable.
- Foetus N° 6 : VC 73 mm, AERB 15,4 mm.
- Les aliprésphénoïdes restent toujours assez peu marqués.
- Foetus N° 7 : VC 80 mm, AERB 17,5 mm.
- Nous voyons nettement les aliprésphénoïdes ébauchant le contour du canal optique en se développant d'arrière en avant par un mouvement circulaire.

- Foetus N° 8 : VC 80 mm, AERB 18 mm.
Les basipostsphénoïdes s'ossifient en arrière par deux points très séparés.
- Foetus N° 9 : VC 98,6 mm, AERB 20 mm.
Le processus alaire s'individualise en dehors de chaque basipostsphénoïde.
- Foetus N° 10 : VC 118,5 mm, AERB 21,5 mm.
Sont apparus les basiprésphénoïdes, les points d'ossification cochléo-canaliculaires et la fusion entre basipostsphénoïde et processus alaire.
- Foetus N° 11 : VC 115 mm, AERB 23,5 mm.
Le point d'ossification canaliculaire antérieur apparaît.
- Foetus N° 12 : VC 118,5 mm, AERB 25,8 mm.
Aucun élément nouveau.
- Foetus N° 13 : VC 140,7 mm, AERB 28 mm.
Le point d'ossification canaliculaire postérieur s'est joint aux précédents et le massif cochléaire est presque ossifié.
- Foetus N° 14 : VC 174,5 mm, AERB 30,5 mm.
L'union entre basiprésphénoïde et aliprésphénoïde est faite, le canal optique est définitivement fermé.
- Foetus N° 15 : VC 196 mm, AERB 32 mm.
L'union entre présphénoïde et postsphénoïde existe.
- Foetus N° 16 : VC 210 mm, AERB 37 mm.
- Foetus N° 17 : VC 215 mm, AERB 39 mm.
- Foetus N° 18 : VC 250 mm, AERB 42,5 mm.
- Foetus N° 19 : VC 320 mm, AERB 52 mm.
- Foetus N° 20 : VC 345 mm, AERB 53 mm.

Pour ces cinq derniers foetus la plupart des points d'ossification de la base du crâne sont déjà apparus ; les unions entre éléments d'un même os se sont effectuées pour la plupart. Restent les sutures entre différents os qui se réaliseront après la naissance.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES PRÉPARATIONS

[illegible]

C H A P I T R E I V

MORPHOLOGIE DU MALAIRE (Zygomatique) ET BASE DE L'ORBITE CHEZ LE FOETUS HUMAIN.

Si l'on examine la région céphalique sur le foetus, on est frappé par la variation de l'orientation de la base de l'orbite. Il semble que d'une position latérale, elle vienne progressivement se placer dans un plan presque frontal. Aussi nous est-il paru intéressant de vérifier cette constatation pour étudier la morphogénèse de la base du crâne.

Cet os a été bien étudié chez l'adulte (AUGIER, MEYER) et chez l'embryon (NOBACK, PATTEN, STREETER). Par contre on trouve moins de données relatives à la période foetale où les travaux se sont attachés à la morphogénèse du malaire en elle-même (AUGIER, SCHAEFER cité par PATTEN) ; notre but a été d'étudier le malaire en fonction des variations de la base de l'orbite.

Matériel et technique.

La série de foetus étudiée comprenait les spécimens présentant les tailles vertex-coccyx suivantes : 56,5 mm ; 61 mm ; 73,5 mm ; 80 mm ; 98,6 mm ; 118,5 mm ; 140,7 mm ; 174,5 mm ; 210 mm ; 250 mm ; 320 mm ; 345 mm.;

Nous avons fait une série de préparations selon la technique de NOBACK pour les spécimens de 56,5 mm à 174,5 mm et nous avons pratiqué des radiographies pour les spécimens de 140,7 à 345 mm.

Définitions.

Ce matériel nous a permis d'étudier par rapport à l'axe sagittal, les angles formés par, l'axe de la base de l'orbite, le

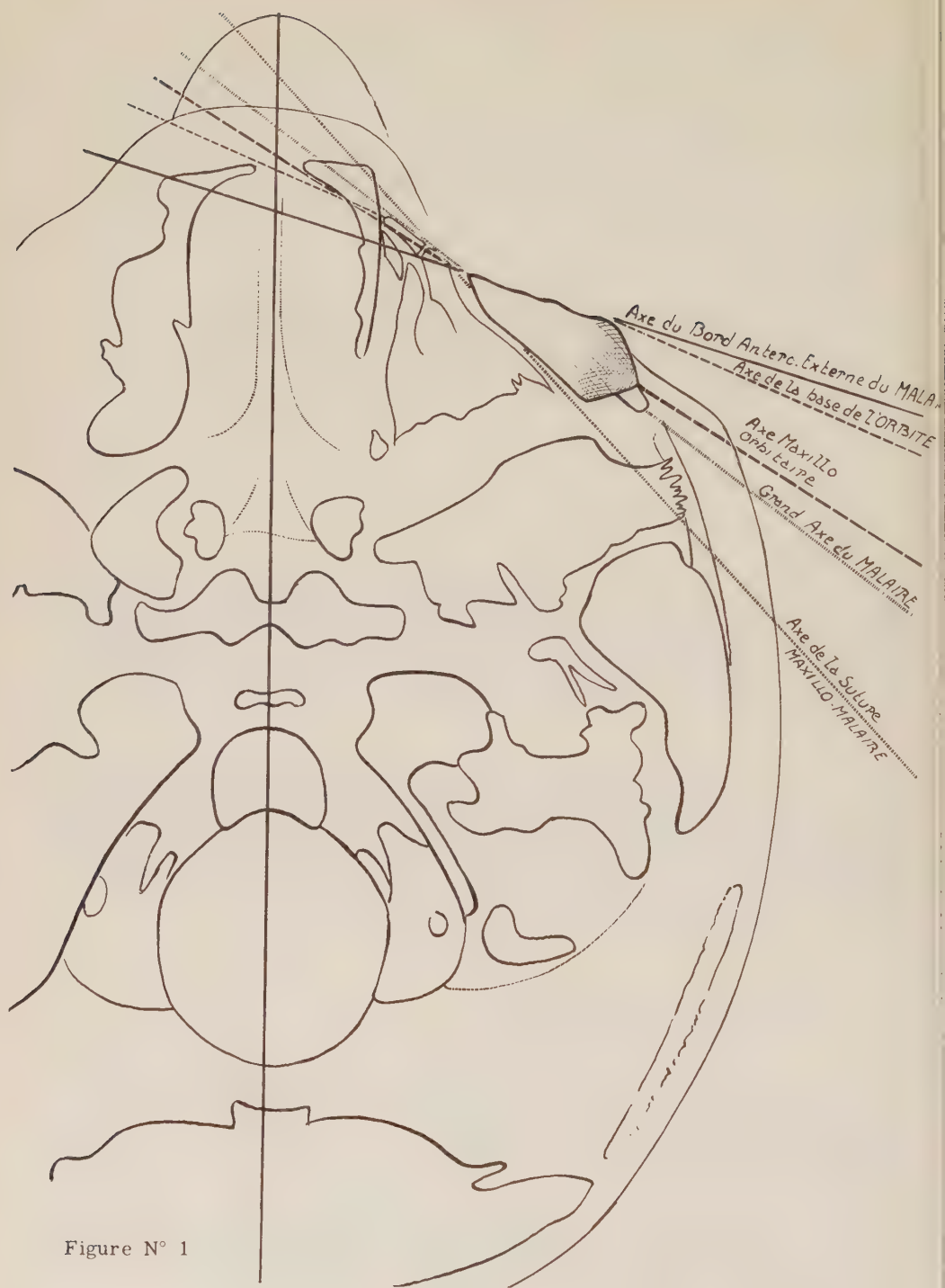


Figure N° 1

bord antero-externe du malaire, la suture maxillo-malaire, l'axe maxillo-orbitaire, le grand axe du malaire. Fig. n° 1 .

Il convient de préciser ce que nous entendons par ces termes :

- l'axe de la base de l'orbite s'étend du bord externe du malaire au bord antérieur de l'apophyse orbitaire du maxillaire.
- l'axe du bord antero-externe, ou orbitaire, du malaire est défini par la ligne joignant l'angle antérieur et l'angle externe (nous ne tenons pas compte de la courbure du malaire qui est peu marquée pendant le début de la période foetale).
- l'axe de la suture maxillo-malaire est représenté par la ligne joignant les milieux des deux extrémités de cette suture.
- l'axe maxillo-orbitaire joint l'angle antérieur du malaire et le sommet du processus frontal ; il représente l'axe de la portion orbitaire du malaire.
- le grand axe du malaire est tendu de l'angle antérieur au processus temporal. Sur une seule préparation nous n'avons pu déterminer exactement la jonction avec l'apophyse zygomatique. (174,5 mm).

Sur les préparations selon la technique de NOBACK, les mesures ont été faites par lecture directe et sur agrandissements photographiques. Les spécimens de 140,7 mm à 174,5 mm avaient été radiographiés avant de subir la préparation de NOBACK; leurs mensurations ont pu être faites selon les deux techniques. Enfin pour les derniers spécimens (210 à 345 mm) nous n'avons utilisé que la radiographie.

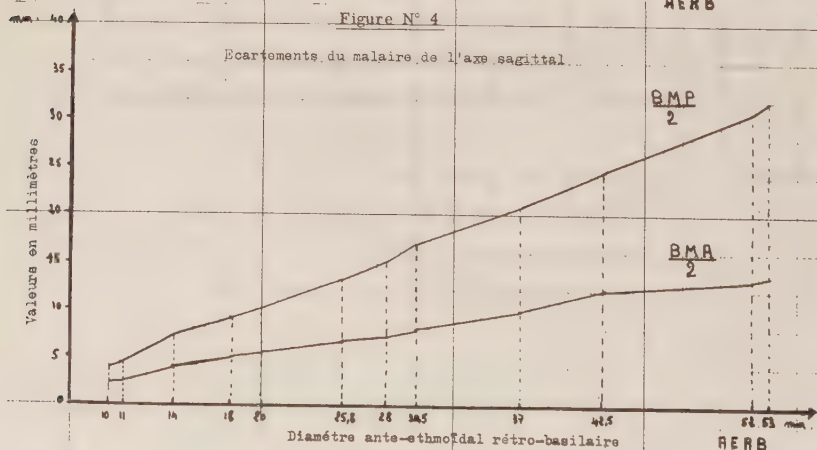
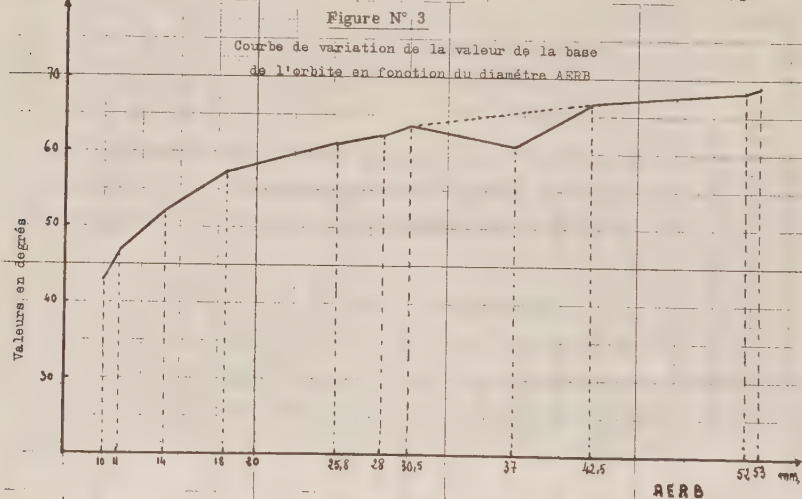
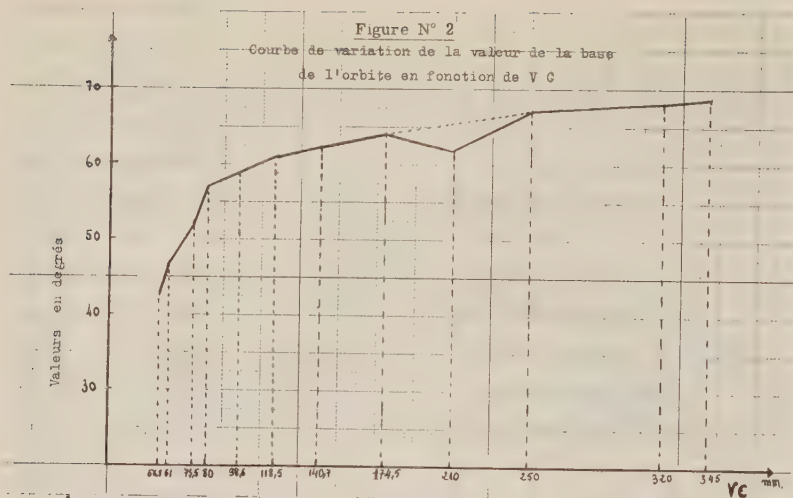
Résultats.

Nous avons établi des courbes en fonction de cinq valeurs :

- distance vertex-coccyx,
- distance ante-ethmoïdale retro-basilaire,
- diamètre bi-malaire postérieur,
- diamètre bi-malaire antérieur,
- coefficient.

Ligne nasion-tragion + hauteur morphologique de la face + bi-zygomatique

Il apparait d'emblée que les courbes des valeurs des ,



angles de la base de l'orbite et du bord antero-externe du malaire ne suivent pas la croissance foetale, et que, tout au moins pendant les premières semaines de la vie foetale l'écartement relatif du malaire par rapport à l'axe sagittal se fasse plus rapidement. Les angles de la base de l'orbite varient de 43° (56,5 mm VC) à 69° (345 mm VC).

La courbe des valeurs de l'angle de la base de l'orbite décrit d'abord une branche d'hyperbole, puis tend vers une valeur optima qui est proche de celle de l'angle de la base de l'orbite chez l'adulte. Sur cette courbe (fig. n°2), le point d'inflexion se trouve pour la taille 140,7 mm. Si l'on se réfère au diamètre ante-ethmoïdal retro-basilaire, on obtient une courbe voisine de la précédente (fig. n°3) Deux courbes non représentées : celle des angles et celle de la suture maxillo-malaire montrent que la valeur de l'angle antérieur du malaire passe de 15° (56 mm VC) à 29° (345 mm) suivant une courbe voisine des précédentes. Cette augmentation de la valeur des angles du malaire apparait elle aussi comme une fonction non linéaire de la croissance du crâne.

Les courbes établies en fonction des diamètres bi-malaire postérieur et bi-malaire antérieur viennent appuyer les résultats déjà énoncés. L'étude de ces angles en fonction du coefficient :

nasion - tracion + hauteur morphologique de la face + bi-zigomatique

3

nous a peu renseignés.

Dans un deuxième temps, les distances bi-malaire postérieure et bi-malaire antérieure mesurées selon les normes de TOPI-NARD ont été étudiées sur une courbe en fonction du diamètre ante-ethmoïdal retro-basilaire. De ces mesures il ressort que ces points s'écartent parallèlement de l'axe sagittal et leur rapport :

bi-malaire postérieur apparait constant et voisin de deux. Fig. n°4.

bi-malaire antérieur

Il s'est avéré que sur une série de neuf squelettes de fœtus (sur lesquels nous ne pouvions mesurer les angles), les valeurs des diamètres du malaire donnaient des courbes similaires.

On peut retenir que, dans toute son évolution, le malaire (zygomatique PNA) s'écarte progressivement de l'axe du crâne, mais d'une façon d'autant moins rapide que le fœtus est plus grand. Même si l'on rapporte les valeurs de ces mesures d'angles à des diamètres du crâne, on retrouve cette disproportion. L'angle antérieur du malaire croît selon une fonction non linéaire, par rapport à l'augmentation des diamètres crâniens. La croissance du malaire se fait par un mouvement de rotation de l'angle postérieur d'autant plus rapide que le fœtus est plus jeune. La position du malaire apparait par rapport à la croissance foetale comme relativement stable sur le massif facial.

C H A P I T R E V

TRAJET DU NERF MAXILLAIRE AU COURS DE LA VIE FOETALE.

Au cours de l'étude que nous avons entreprise sur les aspects morphologiques de la base du crâne pendant la vie foetale, nous avons constaté des variations du trajet du nerf maxillaire (supérieur). Ces modifications de trajet peuvent expliquer la disposition de ce nerf chez l'adulte et témoignent des mouvements des éléments composant le cadre osseux de cette région.

Matériel et technique.

Notre étude a porté sur les 12 foetus humains présentant les tailles V.C. suivantes :

56,5 - 61 - 73,5 - 80 - 98,6 - 118,5 - 140,7 - 174,5 - 210 - 250 - 320 et 345 mm ; celles-ci correspondent à une échelle d'âge de 2 mois et demi à la naissance.

Les bases du crâne ont été isolées par deux sections horizontales et parallèles faites sur pièces congelées.

Après ablation de la masse encéphalique restante et du contenu de la cavité orbitaire, nous avons procédé à la dissection du nerf maxillaire au stéréomicroscope. Chaque préparation a été photographiée à ce stade, et chacun des repères choisis déterminé numériquement.

Dans un deuxième temps nous avons étudié le cadre osseux. Les radiographies, avec l'appareillage normal dont nous disposons, ne sont utilisables qu'à partir du 4ème mois de la vie intra-utérine. Les pièces des huit plus jeunes foetus ont été soumises à la technique de NOBACK (alizarine). Si bien que nous possédons une

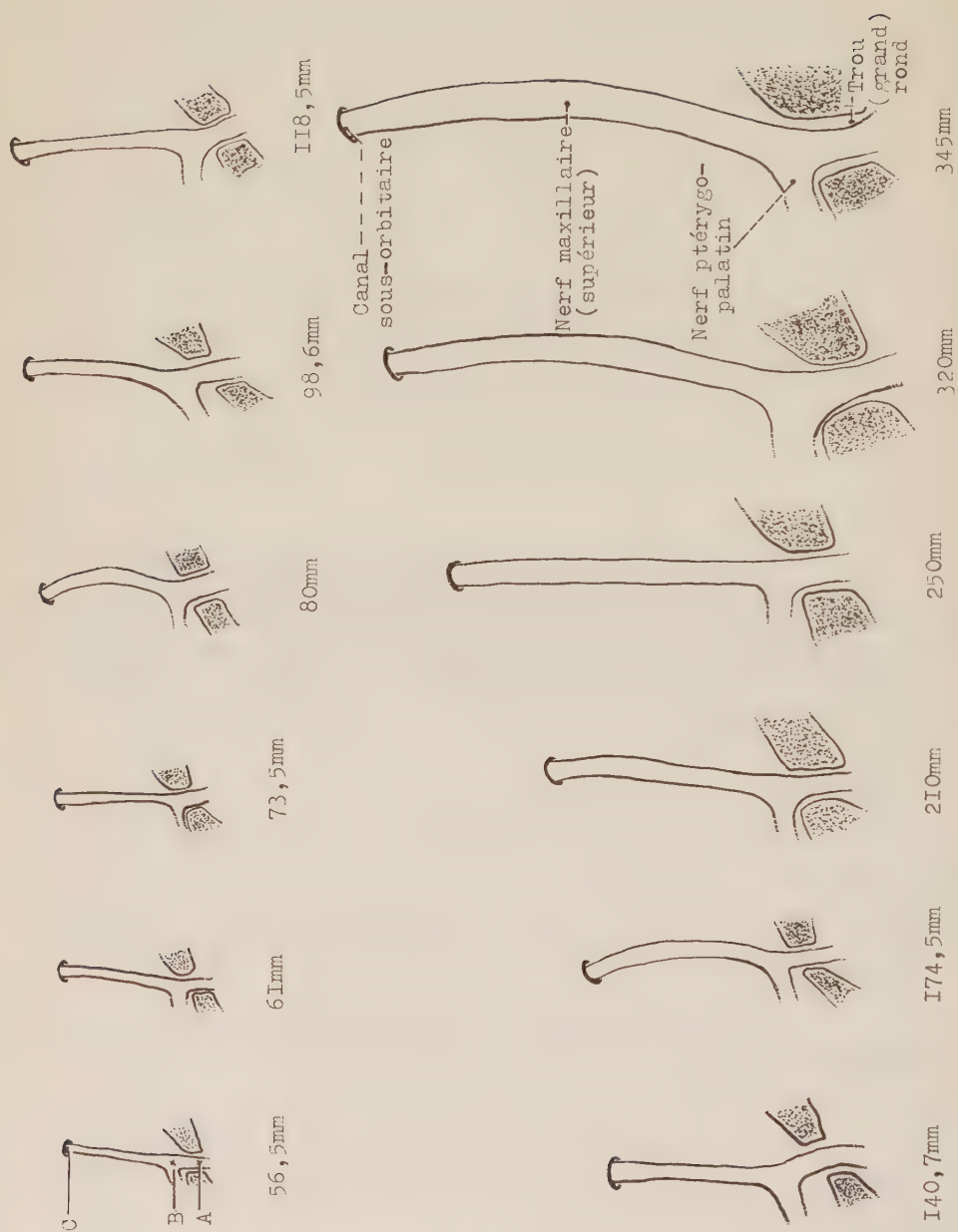


Figure N° 5

image radiologique et une préparation à l'alizarine pour les quatre foetus intermédiaires.

Définitions.

Sur l'ensemble des préparations, nous avons défini trois points destinés à schématiser le trajet du nerf maxillaire :

- point A : milieu du nerf au niveau du trou (grand) rond,
- point B : milieu du nerf au carrefour avec les nerfs ptérygo-palatins,
- point C : milieu de l'orifice postérieur du canal sous-orbitaire.

Ces trois points nous ont permis de calculer les distances du nerf à l'axe sagittal : S-A, S-B, S-C, et les distances entre ces points : A-B et B-C.

Sur les deux préparations de 320 et 345 mm, nous avons défini un point supplémentaire, le point D. Il correspond à la plus grande distance du nerf à l'axe sagittal ; situé sur le segment B-C, il repère l'entrée du nerf dans la gouttière sous-orbitaire.

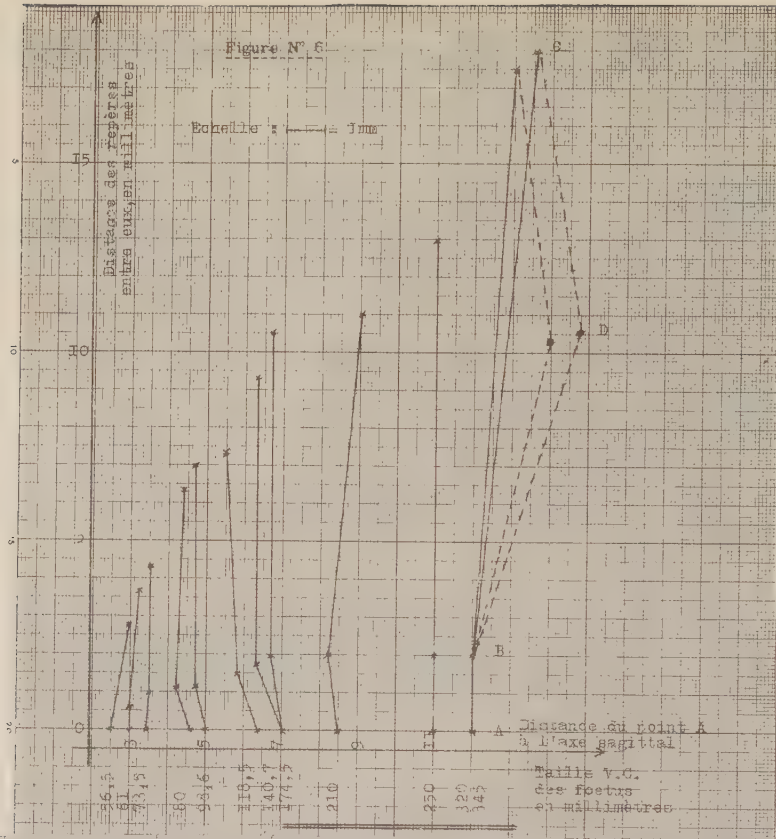
Résultats .

Sur la fig. n°5, nous présentons le trajet des nerfs maxillaires sur les différentes pièces, et, sur la figure n°6, le diagramme des repères que nous avons définis.

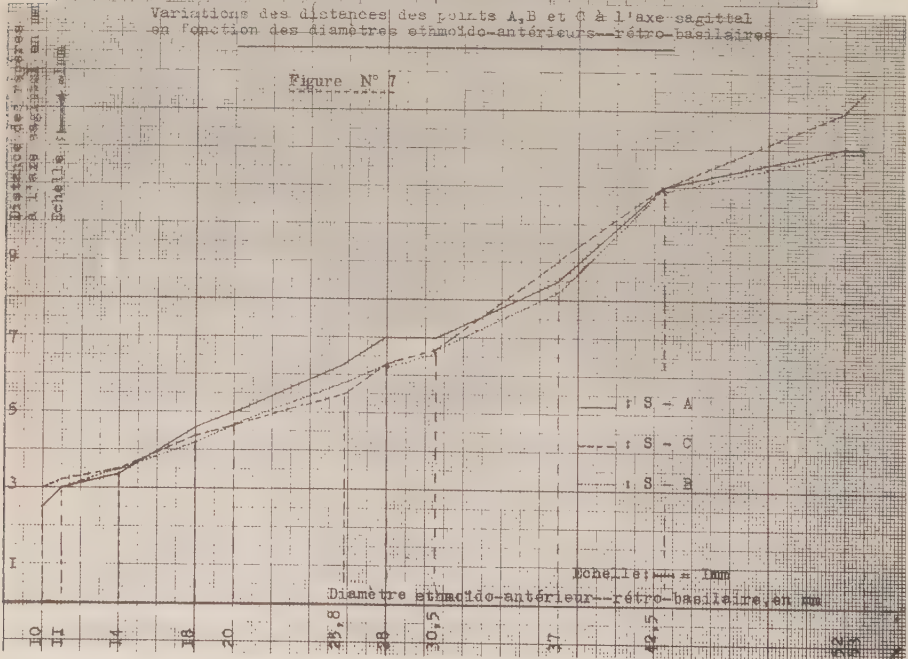
Il existe deux positions rectilignes pour les stades 56,5 et 250 mm. La première est délicate à affirmer d'après notre seule préparation ; elle semble cependant confirmer par l'étude des documents présentés par KERNAN (embryon de 20 mm), et LEWIS (embryon de 31 mm), ou les documents que nous a aimablement communiqués TARDIF sur la reconstruction d'un embryon de 25 mm. Par contre FAWCETT dans sa description du Bryce embryo (30 mm) et MACKLIN (foetus de 43 mm) montrent, le premier nettement, le second légèrement, un trajet en baïonnette dirigé médialement. Sur notre préparation, si le point B est difficile à situer exactement, les points A et C montrent un trajet légèrement oblique en avant et en dehors.

Le trajet est indiscutablement rectiligne et parallèle à l'axe sagittal pour le stade 250 mm.

Entre les deux stades précédents, il existe toujours une angulation du trajet. Elle est discrète et médiale pour le foetus de 61 mm, paraît latérale au stade de 73,5 mm, et redevient médiale sur les autres préparations, (80 à 210 mm). Pour ces dernières, le point B est toujours médial par rapport au point A ; mais le point C est médial jusqu'à 174,5 mm, et nettement latéral à 210 mm. Pour



Variations des distances des points A, B et C à l'axe sagittal en fonction des diamètres ethmoïdo-antérieur-rétro-basilaire



tous ces stades, l'angulation du trajet paraît donc dirigée en dedans.

Aux stades 320 et 345 mm, le segment A-B est pratiquement parallèle à l'axe sagittal et le point C s'écarte légèrement de celui-ci par rapport aux points précédents ; mais il existe une angulation latérale du segment B-C, dont le sommet est le point D de la figure n° 6

Les courbes de la figure n° 7 représentent les variations des distances des points A, B et C à l'axe sagittal en fonction du diamètre ante-ethmoïdal-retro-basilaire. Sur ces courbes ne figure pas le point D qui n'existe nettement que pour les stades 320 et 345 mm ; nous n'avons pas pu chiffrer les courbures des segments B-C des stades 80 et 174,5 mm - fig n° 5).

Discussion.

Le trajet du nerf maxillaire présente successivement un aspect rectiligne au début de la vie foetale, une angulation médiale dont le point B est le sommet, un nouveau stade rectiligne et parallèle à l'axe sagittal à la fin du 6ème mois (250 mm), puis il prend progressivement l'aspect qu'il présentera chez l'adulte, c'est-à-dire une angulation latérale située dans le segment B-C (point D).

Si à la naissance, le point C (orifice postérieur du canal sous-orbitaire) est presque dans l'axe du trou (grand) rond, il se déplace pendant l'enfance pour atteindre la situation latérale que l'on trouve chez l'adulte.

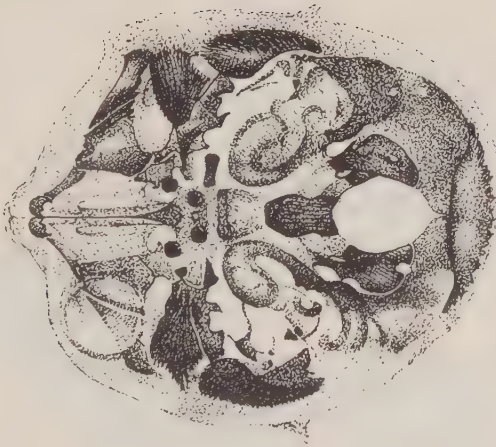
Quels éléments peuvent intervenir dans cette morphogénèse ?

Le ganglion ptérygo-palatin (sphéno-palatin) nous semble lié aux déplacements du point B. Sur toutes les préparations, il est visible médialement, mais paraît se rapprocher, relativement, du nerf maxillaire. Or la place de ce ganglion est conditionnée par l'arrivée du nerf du canal ptérygoïdien (nerf vidien). L'orifice antérieur de ce canal ptérygoïdien (canal vidien) est formé par la soudure de l'alipostsphénoïde, porteur du trou grand rond, et du ptérygoïde ; l'âge moyen de cette soudure est 180 mm selon AUGIER, avec pour limites extrêmes 136 mm et 255-369 mm. Dans notre série, la constance de A-B, qui doit correspondre à ce phénomène, se situe à partir de 250mm.

Le déplacement du point B vers l'avant traduit certes la croissance globale de la base du crâne, mais aussi un mouvement dirigé en avant et en dehors que nous avons décrit à propos du maxillaire et de l'orientation de la base de l'orbite pour cette même série de foetus.

Il est logique d'admettre que les déplacements des points C et D traduisent la croissance du maxillaire dans ses portions

- AGRANDISSEMENT 2 -



FOETUS N° 109

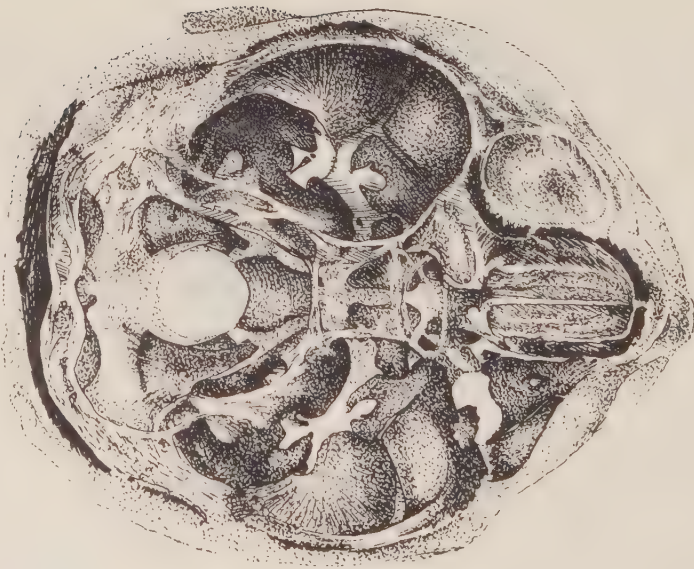


FOETUS N° 122

- AGRANDISSEMENT 2 -



FOETUS N° 29



FOETUS N° 89

C H A P I T R E V I

ORIENTATION DE LA COCHLEE AU COURS DE LA VIE FOETALE. -----

La formation de la cochlée pendant la période embryonnaire a été étudiée par de nombreux auteurs (ANSON et Coll., BAST, CIMINO, EYRIES, FAWCETT, KAWAKANI, KERNAN, LEWIS, MAC-KLIN, PERLES, REINBACH, REISSNER, SERGER, ...) ; par contre, son évolution au cours de la vie foetale à proprement parler n'a pas fait l'objet d'étude particulière. Dans ce travail nous nous sommes fixés pour objectif la variation d'orientation de la cochlée au cours de la vie foetale par rapport au plan sagittal et à l'axe labyrinthique.

Matériel.

Nous avons choisi 12 foetus dont les tailles s'étagaient entre 56,5 mm et 345 mm, soit environ de 74 jours à la naissance. Le degré d'ossification des pièces osseuses de la base du crâne était, bien entendu, très variable ; mais les contrastes permirent dans tous les cas un relevé correct des mesures d'angle et de distance.

Définitions.

Les différents travaux de morphologie ou d'anthropologie (CHAMLA, DELATTRE, JOUFFROY, MARTIN, ...) que nous avons consultés ne nous ont pas permis de trouver des repères valables pour la période foetale. Nous avons ainsi été amené à choisir certains repères permettant la comparaison des résultats obtenus aux différents stades.

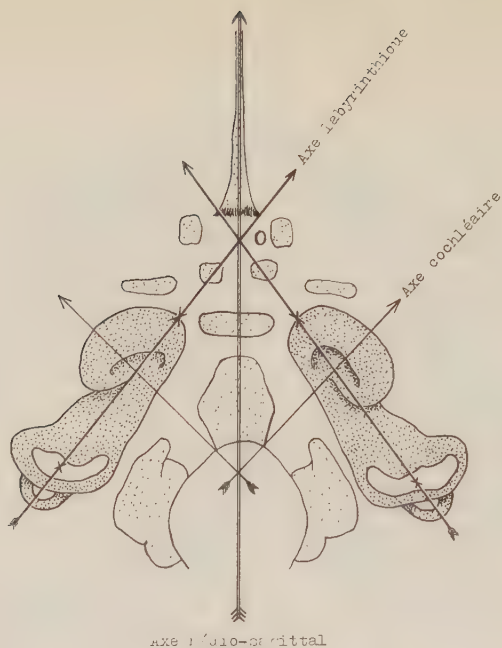


Figure N° 8

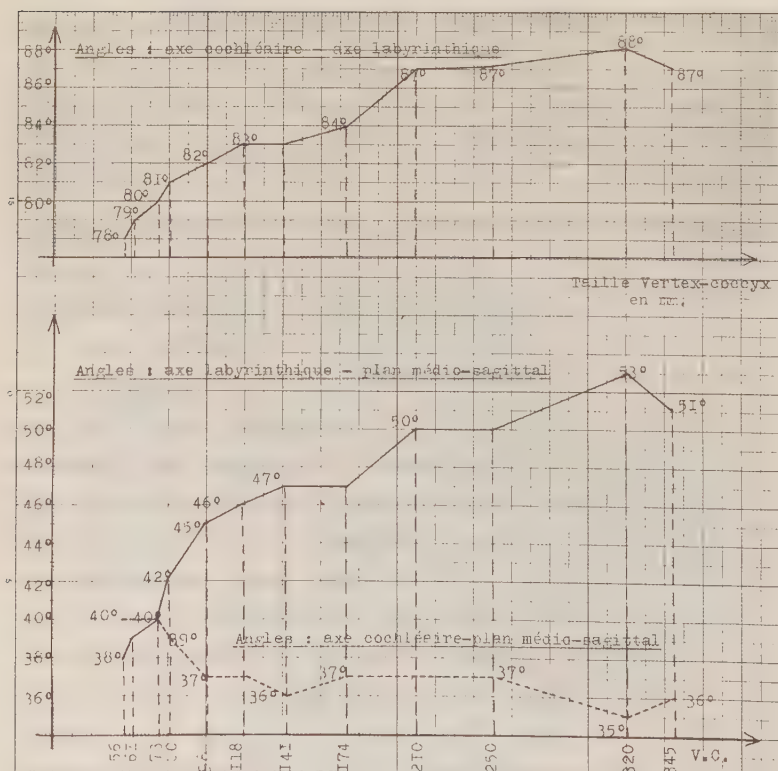


Figure N° 9

- Nous appelons axe labyrinthique (cf. fig.8) la ligne qui joint l'extrémité antéro-interne de la spire basale cochléaire et le centre de l'aire comprise dans le développement du canal semi-circulaire supérieur, (antérieur, PNA).
- L'axe cochléaire correspond à celui du modiolus (ou columelle) ossifié vers la 22 ème semaine selon BAST et ANSON. En pratique, nous avons pris la ligne joignant le milieu de la spire basale et le sommet de la cochlée.

Ces deux axes et le plan médio-sagittal permettent de définir 3 angles dans un plan horizontal :

- l'angle que forme l'axe labyrinthique avec le plan médio-sagittal,
- celui défini par l'axe cochléaire avec ce même plan,
- l'angle réalisé par la rencontre des axes labyrinthique et cochléaire.

Les mensurations linéaires ou d'angle étant difficiles sur les pièces, nous avons photographié dans des conditions similaires les préparations de type NOBACK et les radiographies ; la projection des diapositives a permis de faire des mesures valables dans tous les cas.

Le repérage du plan médio-sagittal est toujours aisé : axe du vomer, milieu du basi-occipital. La mesure des angles ne présente aucune difficulté majeure si les repères ont été nettement définis.

Résultats .

On peut les considérer sous deux aspects différents :

- les uns concernent la variation d'ouverture des angles en fonction des croissances somatique et céphalique,
- les autres tendent à montrer la relative fixité directionnelle de l'axe cochléaire.

En rapportant les variations d'ouverture des angles à la taille V.C., on constate une augmentation générale, en notant que cette dernière, rapide au cours des premiers mois tend à se ralentir par la suite ; et à la naissance (345 mm) les angles ont à peu près la valeur qu'ils ont chez l'adulte. Cet accroissement est plus important pour les angles formés par les axes labyrinthiques avec le plan médio-sagittal (15°) que pour les angles définis par l'intersection des axes labyrinthiques et cochléaires (cf. fig.9)

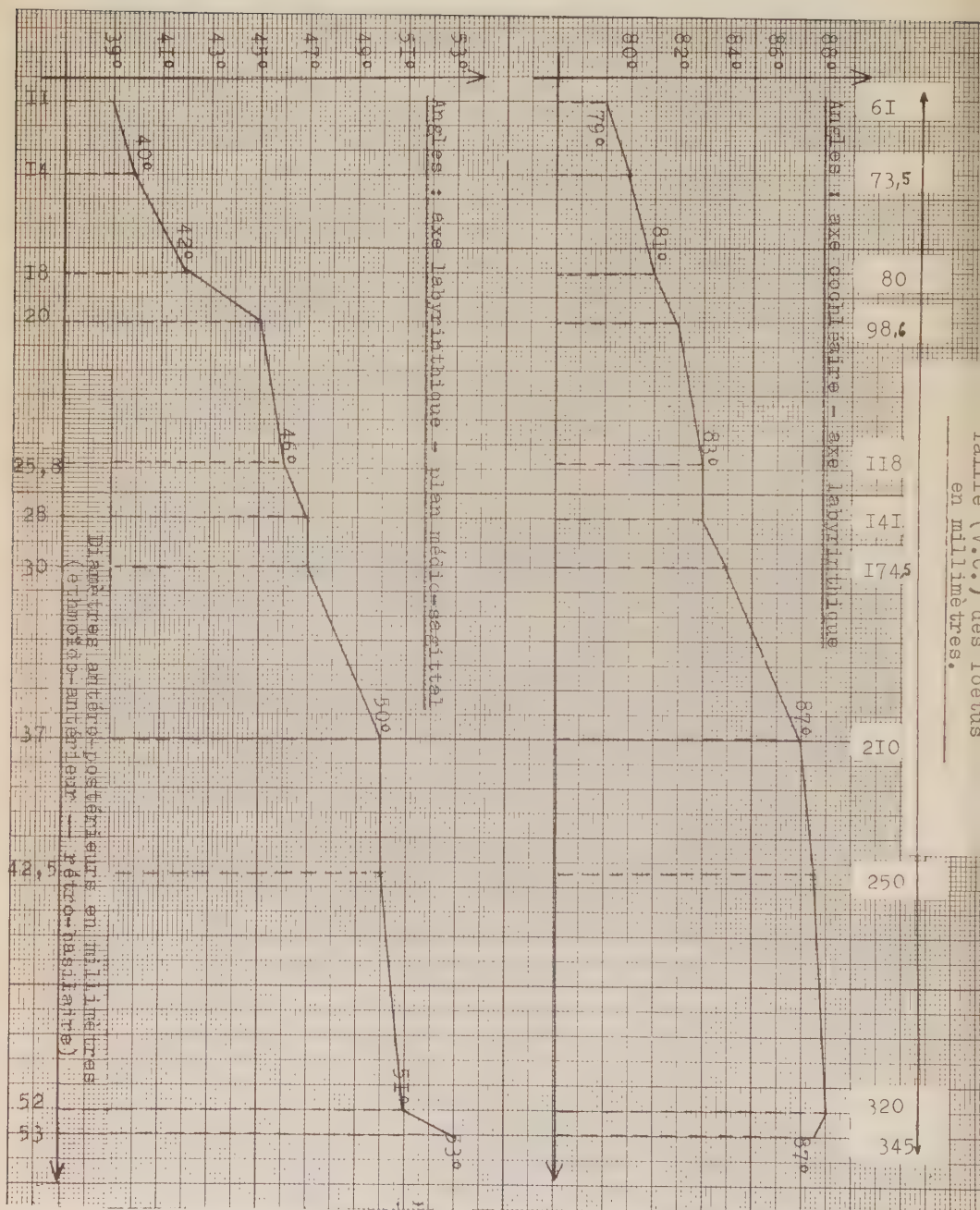


Figure N° 10

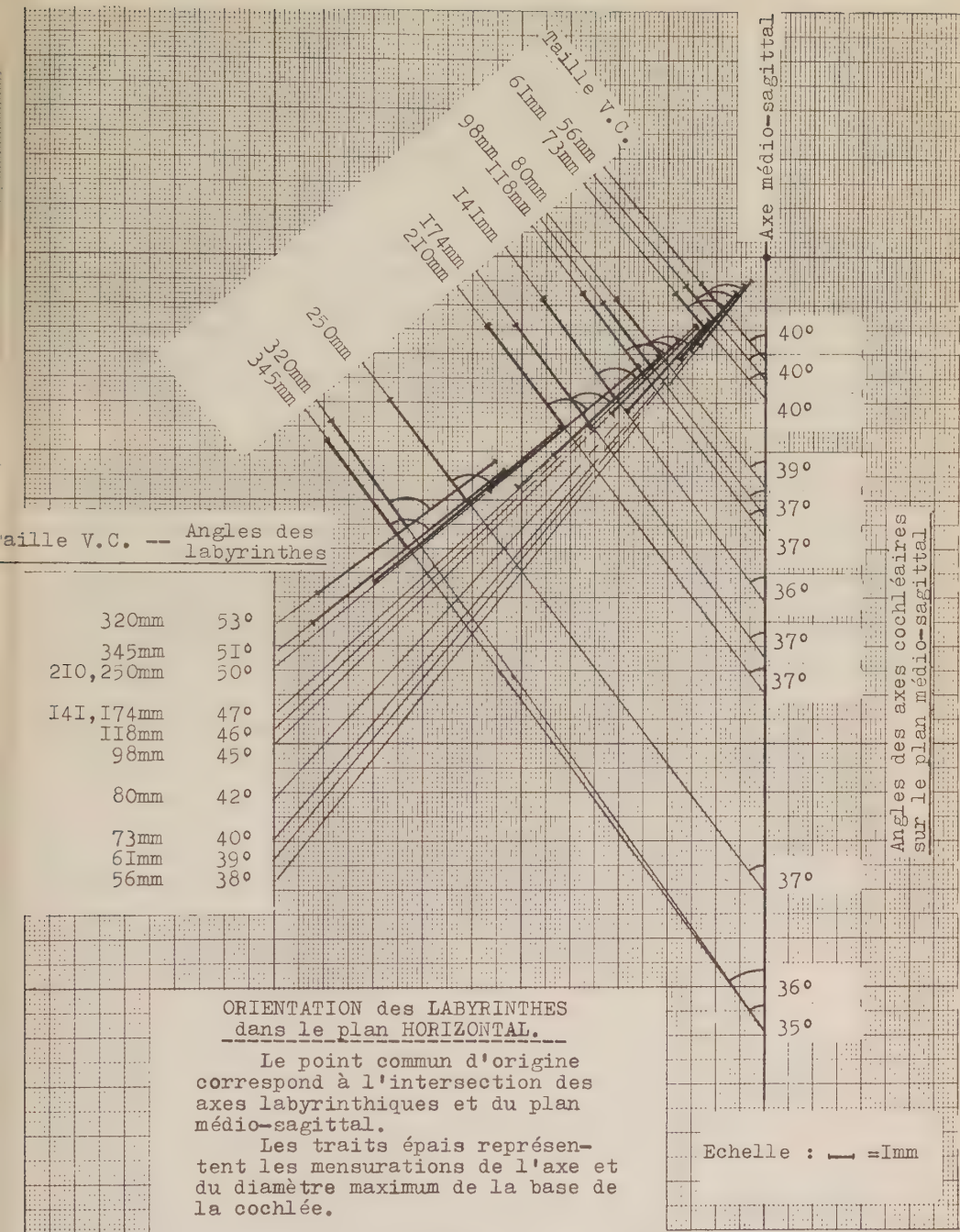


Figure N° 11

La courbe ainsi obtenue, en fonction de la croissance somatique est moins harmonieuse que celle réalisée en rapportant les variations angulaires à la croissance de la boîte crânienne (cf. fig.10) Cette dernière, établie en fonction des diamètres ante-ethmoïdal-rétro-basilaires, est plus régulière dans son aspect ; il est vraisemblable qu'elle permet d'éliminer le type morphologique des foetus.

Sur le schéma 11 nous avons reconstitué les axes décrits et les angles qu'ils forment, en choisissant artificiellement comme point d'origine l'intersection des axes labyrinthiques avec le plan médio-sagittal. Ce point est virtuel et sa position varie sur la base du crâne en fonction de l'ouverture des angles ; cependant nous avons pu noter que les axes labyrinthiques passent par le centre du basi-post-sphénoïde qui est ossifié au stade 90 mm selon AUGIER, 80 mm dans notre série.

L'étude de ce graphique révèle qu'à une variation angulaire de 15° de l'axe labyrinthique correspond une variation n'excédant pas 5° pour l'axe cochléaire, à tel point que les axes cochléaires apparaissent presque parallèles entre eux. Ainsi quelque soit la taille des foetus et l'écartement des axes labyrinthiques, la cochlée semble toujours orientée dans la même direction comme s'il existait un tropisme directionnel en liaison peut-être avec la situation spatiale des canaux semi-circulaires.

Nous pouvons retenir que l'angle global du labyrinthe osseux avec le plan médio-sagittal varie de 15° alors que celui de la cochlée ne varie que de 5° .

Il semble donc que l'axe du modiolus (columelle) reste à peu près fixe à partir du 3ème mois de la vie intra-utérine malgré les variations de l'angle labyrinthique.

--:--:--:--:--:--:--:--:--:--

C H A P I T R E V I I

ASPECTS EVOLUTIFS DU SPHENOÏDE AU AU COURS DE LA VIE FOETALE -----

La situation médio-cranienne du sphénoïde attire d'emblée l'attention sur le corps de cet os. Nous avons donc entrepris l'étude de l'évolution de quelques points du sphénoïde symétriques par rapport à l'axe médio-sagittal afin d'évaluer la croissance de cet os déjà étudié par AUGIER, FAWCETT, MACKLIN, NOBACK. Par ailleurs nous avons recherché l'existence possible d'un centre ordonnateur de l'évolution médio-cranienne.

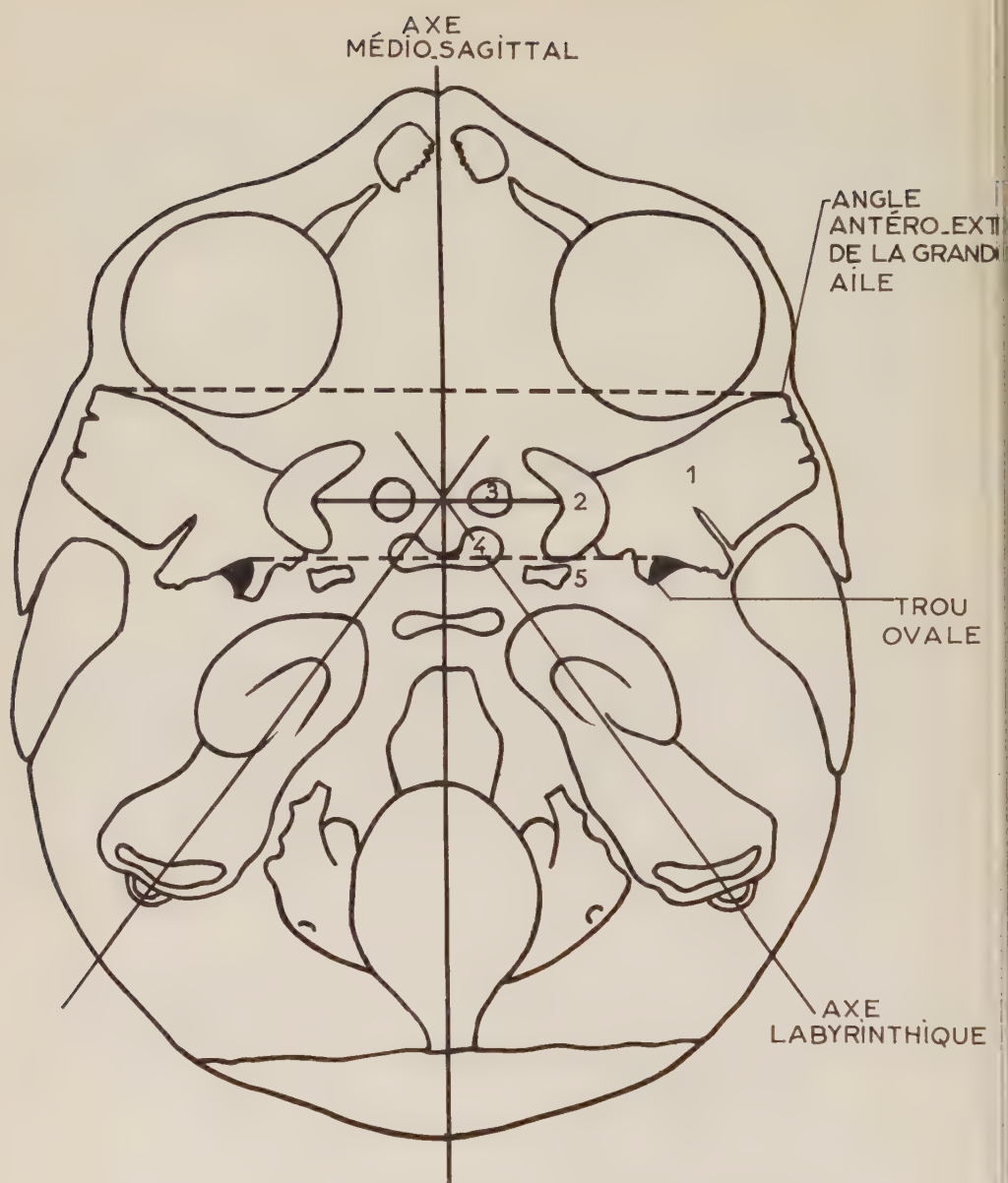
Développement du sphénoïde.

Il est formé par la réunion de 18 ou 19 centres d'ossification qui apparaissent normalement dans l'ordre suivant :

- centre ptérygoïdien interne,
- alipostsphénoïde,
- basipostsphénoïde,
- processus alaire,
- basiprésphénoïde externe,
- centre de l'osselet de BERTIN,
- basiprésphénoïde interne (inconstant),
- basiprésphénoïde médian ou rostral,
- centre clinoidien postérieur.

Tous ces centres sont pairs sauf le basiprésphénoïde médian ; tous sont d'origine enchondrale sauf le ptérygoïde et l'alipostsphénoïde qui sont mixtes mais principalement des os de membranes.

Ces centres ne vont pas se réunir en bloc, ni au hasard, ni suivant leur plus proche voisinage, leur rapprochement obéit à des facteurs mal connus. Nous essaierons de visualiser une partie



1_ ALIPOSTSPHÉNOÏDE
 2_ ALIPRÊSPHÉNOÏDE
 3_ BASIPRÊSPHÉNOÏDE

4_ BASIPOSTSPHÉNOÏDE
 5_ PROCESSUS ALAIRE

Figure N° 12

de ces mouvements pour des éléments visibles sur la base du crâne alipost et aliprésphénoïdes, basipost et basiprésphénoïdes, ainsi que les orifices qui les traversent.

Matériel et techniques.

Nous avons utilisé seize foetus allant de la taille VC 52 mm à la taille VC 215 mm, correspondant à des âges de deux mois et demi à six mois et d'après le tableau d'AUGIER, allant du stade d'apparition des alipostsphénoïdes et passant par celui de la suture entre ptérygoïdes et alipostsphénoïdes.

L'impossibilité d'étudier dans le seul plan horizontal tous les points du sphénoïde, nous a conduit à choisir certains repères bien visibles sur les préparations : (fig. 12)

- les bords externes des canaux optiques (limités sur la plupart des préparations par les aliprésphénoïdes)
- les pointes des angles antero-externes des alipostsphénoïdes . (grandes ailes)
- les bords antero-internes des trous ovales sur les alipostsphénoïdes
- les bords externes des basipostsphénoïdes.

Résultats.

Les mesures ont consisté à calculer dans un premier temps l'écartement des éléments homologues et symétriques en fonction du diamètre ante-ethmoidal retro-basilaire, ce qui élimine les variations de type morphologique.

Sur un premier graphique, nous avons représenté l'écartement des grandes ailes, des canaux optiques, des trous ovales, des basipostsphénoïdes. (fig.13)

Sur cette figure, les courbes obtenues peuvent être assimilées à des droites, ainsi les variations des écartements apparaissent-elles comme des fonctions linéaires de la croissance du diamètre considéré. La pente des courbes diffère par contre selon les points étudiés. On voit que chaque élément s'écarte de l'axe sagittal d'une façon harmonieuse, gardant une position fixe notamment pour le trou ovale sur la grande aile qui reste à égale distance de l'axe sagittal et de l'extrémité de la grande aile. Canaux optiques et basipostsphénoïdes s'écartent de la même façon du plan axial.

Sur le deuxième graphique, nous avons cherché à obtenir les mouvements des lignes joignant les points analogues par rapport au milieu du bord postérieur de l'apophyse basilaire. (fig.14).

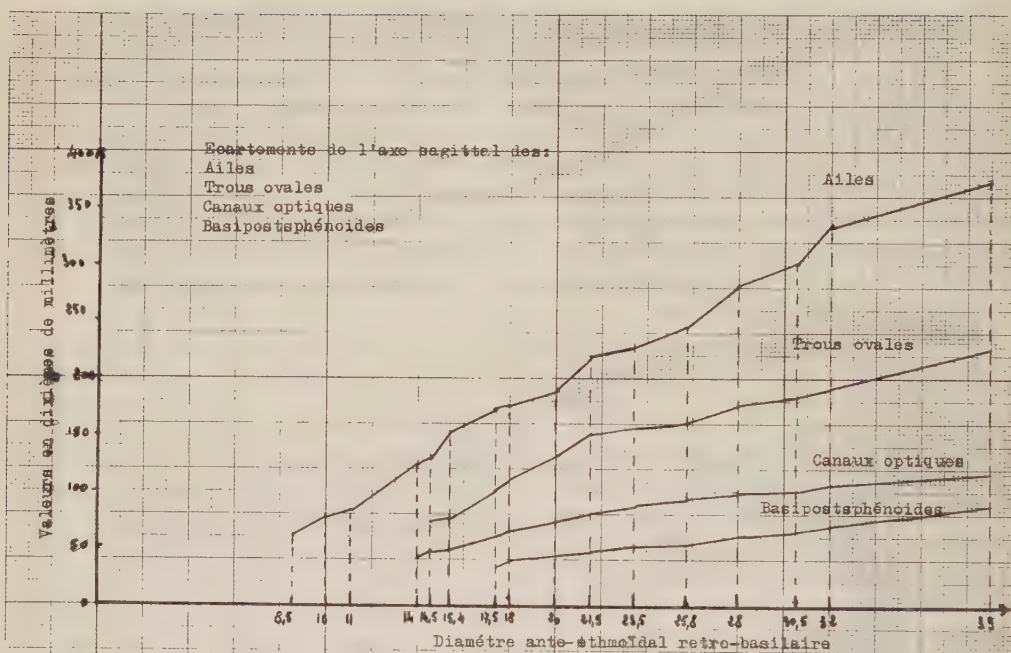


Fig 13

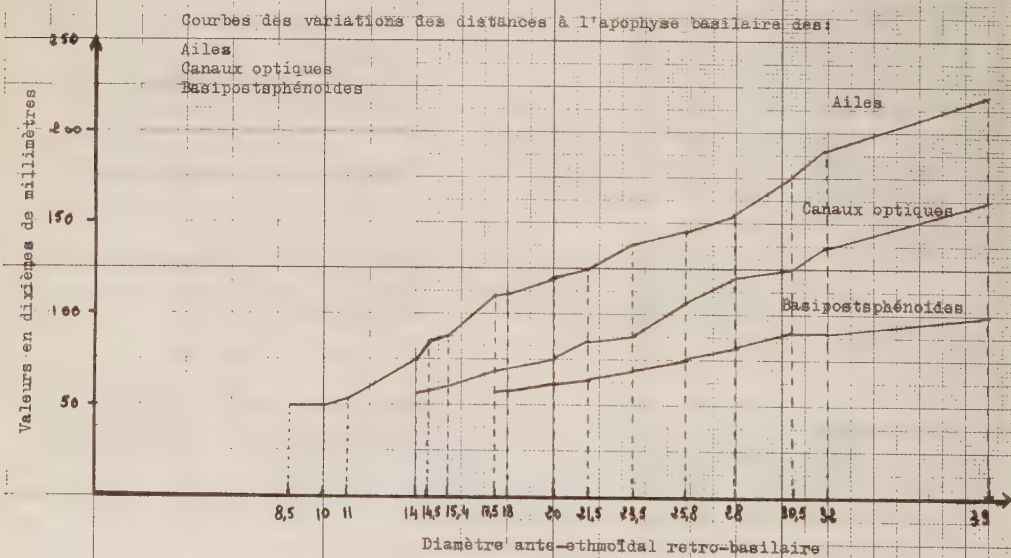


Fig 14

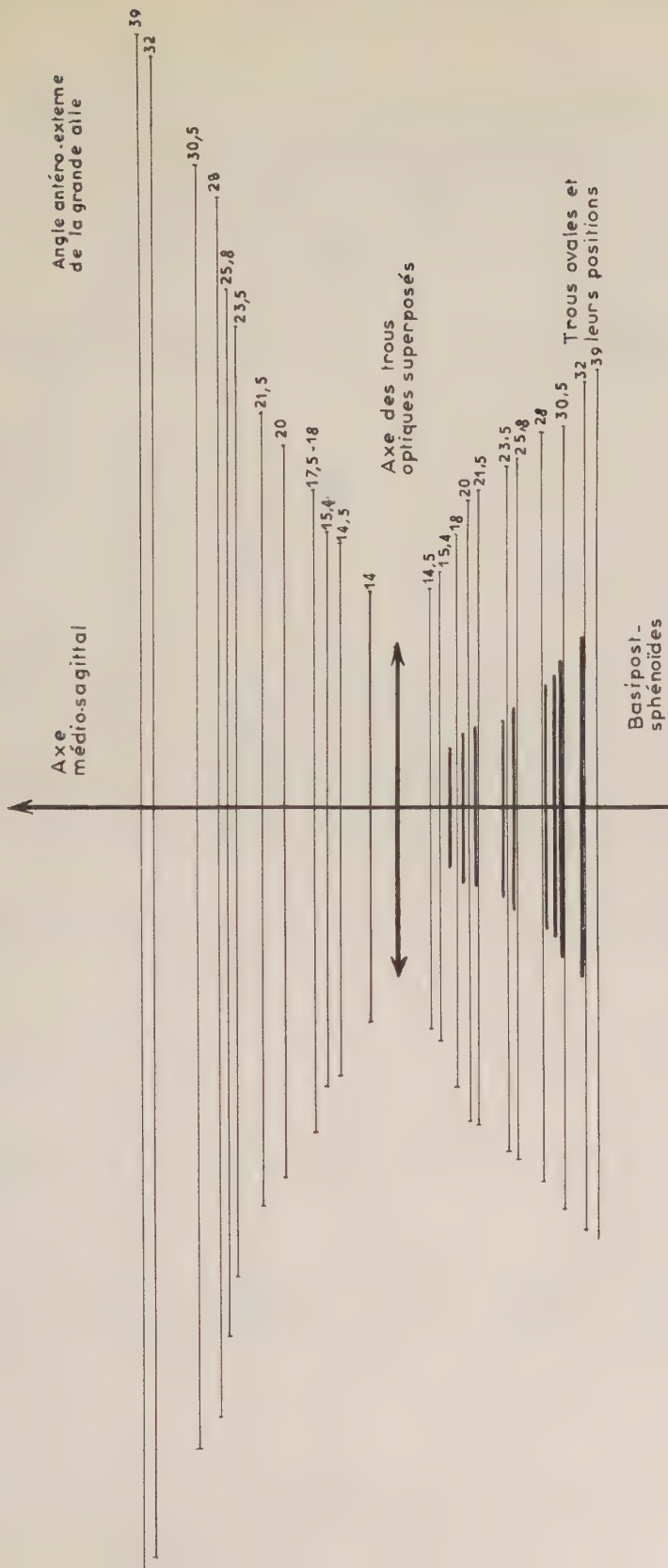


Figure N° 15

Là aussi, les courbes obtenues peuvent être assimilées à des droites ; ainsi les déplacements des éléments sur le diamètre ante-ethmoïdal retro-basilaire sont donc des fonctions linéaires de la croissance de ce diamètre ; d'autre part, les courbes d'écartement de la pointe de la grande aile et des basipostsphénoïdes sont symétriques par rapport à celle des canaux optiques.

Ces courbes peuvent laisser supposer que l'orchestration de cette croissance dépende d'un centre, sans pour autant éliminer l'existence de centres latéraux.

Ce centre doit se trouver obligatoirement dans le plan sagittal et s'il existe, il doit conserver une fixité relative au cours de la croissance. Les reconstructions sur calque, pour chaque crâne, des écartements et des distances au bord postérieur du milieu de l'apophyse basilaire reportées sur le diamètre ont permis de situer ce centre.

La superposition des axes joignant les canaux optiques nous a donné la figure n°15. L'axe sagittal du crâne étant déjà un axe de symétrie, la rencontre de ces deux axes nous fournissait le point recherché. En avant de ce point que nous appellerons O, les extrémités des ailes s'écartent harmonieusement et décrivent une courbe concave vers l'arrière où apparaît le mouvement du bord antérieur de la grande aile. Par le jeu des mesures nous voyons que la croissancelatérale est environ le double de la croissance postéro-antérieure.

En arrière du point O, nous retrouvons la même harmonie dans le développement du trou ovale, le déplacement du trou ovale se fait sur une courbe concave vers l'arrière.

Nous pensons que le point O est le point de symétrie pour les alipostsphénoïdes.

Les basipostsphénoïdes admettent eux aussi, d'après la reconstruction graphique ce point O comme centre. Cela permet d'affirmer que celui-ci, apparaissant comme centre de symétrie pour trois éléments pourrait l'être pour les autres points du sphénoïde.

Cette étude, menée sur seize foetus a permis de visualiser l'évolution de certains points du sphénoïde et de déterminer le centre possible présidant à l'évolution de cet os et peut-être à l'ensemble de la base du crâne.

D I S C U S S I O N S

Les difficultés rencontrées au cours de ce travail ont porté essentiellement au niveau des mesures sur les préparations.

Les mensurations ont été faites par lecture directe sur les pièces incluses dans la glycérine et étant donné la faible épaisseur du liquide il y avait trop peu de réfringence pour modifier les résultats.

Pour les radios, les clichés étant faits directement sur des bases de crâne peu épaisses, on peut négliger la déformation due à l'incidence des rayons ; pourtant nous avons pu trouver un décalage léger pour les préparations soumises aux deux techniques. En fait on peut estimer que cette différence s'explique ainsi : avec la technique de NOBACK, on colore chimiquement tout le calcium présent dans la préparation, alors que l'image radiologique obtenue avec un appareil ordinaire ne représente qu'une certaine quantité de calcium existant.

Par l'intermédiaire d'agrandissements photographiques, nous avons pu vérifier les mesures obtenues par lecture directe, ainsi ce contrôle nous a permis d'avoir des résultats suffisamment valables. De toute façon, les mesures peuvent toujours être discutables, surtout si l'on considère que les repères sont quelquefois difficilement codifiables ; néanmoins, malgré cela, ces dimensions gardent toute leur valeur dans le cadre des séries.

Mis à part les accidents que nous avons signalés dans un chapitre précédent, nous ne pouvons que nous féliciter de cette méthode qui permet de mettre en évidence la teneur en calcium de l'os. Peut-être qu'une étude photométrique pourrait apporter des précisions sur une éventuelle fixation élective du calcium : nous aurions là une nouvelle preuve du déterminisme qui semble présider à l'ossification du crâne.

Tout au cours de cette étude, nous avons préféré le diamètre ante-ethmoïdal retro-basilaire à la distance vertex-coccyx,

ce qui nous a permis de faire abstraction des considérations de sexe et de morphologie. Il présente un intérêt certain quant à l'étude du crâne.

Si l'on se réfère à ce diamètre, les points d'ossification sont toujours apparus dans un cadre précis ; cela permet d'expliquer que l'ossification du crâne est fonction de son développement et non de la taille vertex-coccyx. Ces points d'ossification apparaissent pour une dimension précise du crâne. Tout cela explique pourquoi les auteurs qui se réfèrent à la taille vertex-coccyx trouvent un étalement important dans l'apparition des centres osseux.

Le malaire, par son écartement, nous a permis de vérifier les phénomènes qui président à sa rotation. Ce dernier, élément peu latéralisé sur le massif facial dans les premières préparations, vient progressivement rejoindre le plan frontal. Il semble d'ailleurs que la mandibule (maxillaire inférieur) suive un mouvement parallèle. La grande aile du sphénoïde, la masse du globe oculaire semblent être les poussoirs qui agissent sur l'angle postérieur du malaire ; alors qu'il était rectiligne dans la première période de sa formation jusqu'à environ quatre mois, cet os commence à s'incurver et joue son rôle d'arc-boutant.

Le nerf maxillaire supérieur est là pour témoigner de l'absence d'harmonie existant entre le massif facial et la base du crâne. Le sommet de l'angulation médiale correspond au carrefour avec les nerfs ptérygo-palatins (voir fig. 6). La disparition de cette angulation paraît correspondre au stade de formation de l'orifice antérieur du canal ptérygoïdien (canal vidien) par soudure de l'alipostsphénoïde et du ptérygoïde. Le sommet de l'angulation latérale répond à l'orifice postérieur de la gouttière sous-orbitaire.

Le trajet du segment postérieur du nerf est sous l'influence de la formation du sphénoïde ; celui du segment antérieur sous celle du maxillaire.

Ces deux phénomènes semblent prédominer alternativement pendant la vie foetale. Après la naissance, le développement de l'os maxillaire (supérieur) soumis à la croissance rapide des dents prévaut sur l'élargissement de la grande aile. L'évolution des bourgeons dentaires est probablement le facteur essentiel responsable du trajet en baïonnette chez l'adulte.

Les deux éléments majeurs que sont le sphénoïde et la cochlée sont souvent cités comme les arcs-boutants de la base du crâne adulte. Qu'avons-nous remarqué sur le crâne foetal ?

C O N C L U S I O N S

Notre travail, basé sur une technique de coloration de la trame osseuse, porte sur vingt crânes de foetus représentant sept mois de vie in utero.

C'est la technique de NOBACK, codifiée depuis 1944, qui nous a permis de colorer électivement le calcium de l'os aux dépens des tissus mous devenus transparents. Accessoirement, nous avons utilisé des clichés radiologiques pour les pièces plus importantes.

Quatre études ont été faites successivement.

La première s'est attachée à codifier le mouvement du malaire et de la base de l'orbite. Nous en avons déduit que leurs angulations par rapport au plan sagittal ne sont pas en harmonie avec la croissance foetale et subissent l'influence d'éléments postérieurs.

Dans un deuxième temps nous avons cherché à objectiver ce qui se passe au niveau de la jonction cranio-faciale et le nerf maxillaire (supérieur) appartenant par son trajet à ces deux éléments nous a fait entrevoir l'absence d'homogénéité à ce niveau. De là nous avons déduit le rôle joué par la formation des bourgeons dentaires au niveau de la morphologie de la face.

Une troisième étude sur la cochlée nous a montré la relative fixité de l'axe labyrinthique.

C'est le sphénoïde, qui par sa position médio-cranienne, fut l'objet de notre quatrième étude. Les mesures effectuées sur différents éléments de cet os par rapport à des repères fixes ont objectivé l'harmonieuse croissance de ce dernier. Nous avons été amené à conclure qu'il existait un centre ordonnateur de son ossification. Ce centre semble se situer au croisement de l'axe médio sagittal avec l'axe des canaux optiques ou à proximité.

En considérant la reconstruction des axes labyrinthiques on est étonné de les voir converger en un point fixe médian superposable au précédent.

Devant de telles similitudes nous avons pensé que ce point peut jouer le rôle de centre inducteur pour la base du crâne.

Tout ceci prend un intérêt majeur quand l'on sait que la chorde dorsale vient se terminer dans le corps du sphénoïde au niveau du point considéré. On peut alors admettre l'hypothèse que la chorde dorsale assume pour la croissance crânienne le rôle de centre ordonnateur.

Vu le 11 Mai 1967

Le Doyen

G. MEYNIEL

Vu le 10 Mai 1967

Le Président de Thèse

M. POROT

Vu et permis d'imprimer

N° 32/67

Clermont-Ferrand 21 Juin

1967

Le Recteur.

E. LAPALUS

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - ANSON B.J. - Dévelopmental anatomy of the temporal bone and auditory ossicles in relation to some problems in endaural.
The laryngoscope, Aug. 1958.
- 2 - ANSON B.J., BAST T.H. - The development of the otic capsule in the region of the vestibule aqueduc.
Ann. of otology, 60, 1072-1084, 1951.
- 3 - ANSON B.J., BAST T.H., RICHANY - The fetal and early post-natal development of tympanic ring and related structures in man.
Ann. of otology, Sept. 1955.
- 4 - ANSON B.J., NESSELROD J.P. - Les canaux endolymphatiques et les canaux associés chez l'homme.
Arch. oto-laryngol., 24, 127-140, 1936.
- 5 - ARNAUD G. - Le labyrinthe membraneux postérieur du nouveau-né : embryologie, anatomie, exploration fonctionnelle.
Thèse de Médecine, Paris, 1938.
- 6 - AUGIER M. - Squelette céphalique, in traité d'Anatomie humaine de POIRIER, CHARPY et NICOLAS, I, 4e éd., Masson, Paris 1931.
- 7 - AUGIER M. - Centres osseux, crâniens et taille foetale (VG) chez Homo.
C.R. Ass. Anat., 56, 46-52, 1949.
- 8 - AUGIER M. - Notocorde et duplicité du basi occipital chez le fœtus humain.
C.R. Ass. Anat., 1, 25-29, 1926.
- 9 - AUGIER M. - Images de dysharmonie de croissance dans le chondocrâne des mammifères.
C.R. Ass. Anat., 50, 16-21, 1947.
- 10 - BAST T.H. - Osteogenesis of the human periotic capsule.
Arch. oto-laryngol., 10, 459-471, 1929.

- 11 - BAST T.H. - Ossification of the otic capsule in human fetuses.
Carnegic. contr. to embryol. (n° 121) 21, 53-82, 1930.
- 12 - BAST T.H., ANSON B.J. - The temporal bone and the ear.
Thomas, Springfield 1949.
- 13 - BENNINGHOFF A., TIMMER G.J. - Uber die kompakt architektur der Grossen Röhrenknochen,
KLIN-WOCHENSCHRIFT, 26-126, 1948.
- 14 - BEREZIN A. - Etude génétique, embryologique et anatomique des
aplasies de l'oreille et de leurs formes mineures.
Thèse de Médecine, Paris 1959.
- 15 - BOSSY J., KATZ J. - Segmental measurements in a serie of human fetuses.
Anat., 148, 362, 1964.
- 16 - BOSSY J., LACOSTE P., SABY J.P. - Morphologie du malaire
et base de l'orbite chez le foetus humain.
Soc. Anat. de Paris, 25 Juin 1964.
- 17 - BOSSY J., SABY J.P. - Trajet du nerf maxillaire au cours de
la vie foetale.
Bull. de l'Ass. des Anat. XLIXe Réunion Madrid,
321-327, 6-10 Sept. 1964.
- 18 - BOSSY J., GAILLARD de COLLOGNY L. - Orientation de la cochlée au cours de la vie foetale.
Bull. de l'Ass. des Anat. XLIXe Réunion Madrid,
311-319, 6-10 Sept. 1964.
- 19 - BRIEN P., DALCQ A. - Caractères généraux des vertébrés.
Principes de leur morphologie et de leur évolution,
in traité de zoologie de PIERRE P. GRASSE, Tome
XII, p. 6, Masson, Paris, 1964.
- 20 - BROCA P. - Recherches sur la direction du trou occipital et
sur les angles occipitaux et basilaires.
Rev. d'Anthropologie, 2, 193-234, 1873.
- 21 - CHAMLA M.C. - La région pétro-tympanique chez les anthropoïdes et chez l'Homme.
L'Anthropologie, 60 236-267, 1956.
- 22 - CHATELLIER H.P. - Evolution embryologique de l'appareil endo-lymphatique et du cloisonnement utriculo-sacculaire chez l'Homme.
Arch. Anat. Histol. Embryol. (Strasbourg) 5, 49-83, 1926.
- 23 - CIMINO A. - Lo sviluppo del solco spirale esterno e della prominenza spirale nel coniglio.
Boll. delle malattie dell'orecchio, 74 (4), 361-382, 1956.

- 24 - DAVIS H. - The development of the bones of the face.
Intern. I. Orthodont. (St Louis) 3, 1917.
- 25 - DELATTRE A. - La formation des trois étages de la base du
crâne humain.
Bull. de l'Ass. des Anat., IV, 369-377, 1951.
- 26 - DELATTRE A. - Sur quelques points d'anatomie en rapport avec
la bascule occipitale.
Bull. et Mem. Soc. d'Anthropologie de Paris, 5, 10e.
série, Fasc. 3/6, 254-300, 1954.
- 27 - DELATTRE A. - Du crâne animal au crâne humain.
Masson 1951.
- 28 - EYRIES Ch. - Contribution à l'étude du développement comparé
de l'oreille interne.
Exposé annuels d'O.R.L., Masson Paris 1955.
- 29 - EYRIES Ch., PERLES B., PINEAU H. - Développement de l'o-
reille interne humaine du 26ème au 70ème jour de la
vie embryonnaire ; étude anatomique et biométrique.
Ann. d'oto-laryngol., 77, 877-919, 1960.
- 30 - EYRIES Ch., PERLES B. - Développement de l'oreille moyenne
et interne
Encyclopédie Med. Chir., O.R.L., p. 20.005, A 10-
A30, 1962.
- 31 - FAWCETT E. - Notes on the development of the human sphenoid
J. of Anat. (London), 44, 207-222, 1910.
- 32 - FAWCETT E. - Description of a reconstruction of the head of
a 30 mm human embryo.
J. of Anat. (London) 44, 303-311, 1910.
- 33 - HOVELACQUE A. - Anatomie des nerfs craniens et rachidiens.
Dom. Paris, 1927.
- 34 - JOUFFROY F. - Contribution à l'étude des méthodes cranio-mé-
triques dans le domaine de l'anatomie comparée.
Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Supé-
rieures, Faculté de Sciences, Paris 1954.
- 35 - KAWAKAMI I. - Etude du développement de la cochlée chez l'em-
bryon humain.
Zibi Inkoka Rinsya (Japon), Mai 1959.
- 36 - KEIBEL F., MALL F.P. - Manual of human embryology.
Lippincott, Philadelphia I, 180-201, 1910.
- 37 - KERNAN J.D. - The chondrocranium of a 20 mm human embryo.
J. Morphol., 27; 605-628, 1916.
- 38 - KRAUS B.S., DECKER J.D. - The prenatal inter-relationships
of the maxilla and premaxilla in the facial develop-
ment of man.
Acta. Anat., 40, 278-294, 1960.

- 39 - KUMMER B. - Disposition des éléments résistant à tension dans le cartilage sphéno-occipital des embryons humains.
Bull. de l'Ass. des Anat. Paris 1955.
- 40 - LAZORTHES G. - Le système nerveux périphérique.
Masson, Paris 1955.
- 41 - LEDoux A. - Les canaux semi-circulaires.
Acta medica Belgica, 232, 1958.
- 42 - LEWIS H. - The cartilaginous skull of a human embryo 21 mm in length, Cont. to embryol.
Carnegie Inst. N° 39, 9-324, 1920.
- 43 - MACKLIN C.C. - The skull of a human fetus of 40 mm.
Amer. J. of Anat., 16, 317-369 et 387-426, 1914.
- 44 - MACKLIN C.C. - The skull of a human fetus of 43 mm greatest length, Cont. to Embryol.
Carnegie Inst., 10, (n° 48) 57-103, 1921.
- 45 - MARTIN R. - Lehrbuch der Anthropologie, 2, 890, 1928.
- 46 - MELVIN L., MOSS, CHARLES R., NOBACK and GORDON G., ROBERTSON. - Growth of certain human fetal cranial bones.
Am. J. Anat. 98, 191-204, 2. Mars 1956.
- 47 - MEYER P., KEMPF Y., KORITKE J.G. - Architecture de l'os malaire.
C.R. Ass. Anat., 91, 1014-1028, 1955.
- 48 - MOSS, NOBACK, ROBERTSON - Growth of certain human foetal cranial bones.
Amer. J. Anat., 98, 1956.
- 49 - NOBACK C.R., NOBACK F. - Demonstrating the osseous skeleton of human embryos and fetuses.
Stain technology, 19, 51-54, 1944.
- 50 - OLIVIER G., PINEAU H. - Détermination de l'âge du foetus et de l'embryon.
Arch. d'Anatomie, la Semaine des Hôpitaux, T 34, 21-28, 1958.
- 51 - PATTEN B.M. - Human embryology 2e éd..
Mc Grall-Hill cy, New-York, 1953.
- 52 - PATURET G. - Traité d'anatomie humaine.
1e édition, tome 1, 1951.
- 53 - PERLES B. - Recherches sur le développement de l'oreille interne.
Thèse de Médecine, n° 17, Paris 1959.
- 54 - POIRIER P., CHARPY A., NICOLAS A. - Traité d'anatomie humaine III.
3e fasc.. 2e éd. Masson Paris 1901.
- 55 - REINBACH W. - Das cranium eines. Menschlichen Feten von 93 mm.
Sch. St. Länge Z. Anat. Entwickl, 124, 1-50, 1963.

